

Н.Б. Барышников

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНЫХ РУСЕЛ И ПОЙМ

N.B. Baryshnikov

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF RIVER CHANNELS AND FLOODPLAINS

Рассмотрена возможность использования морфометрических характеристик речных русел и пойм в гидравлических расчётах. Установлено, что для расчётов гидравлических параметров русловых потоков морфометрические характеристики достаточно хорошо отражают основные параметры речных русел. Для пойменной составляющей потока их явно недостаточно.

Ключевые слова: русло, пойма, морфометрические характеристики.

The possibility of using morphometric characteristics of river channels and floodplains in hydraulic calculations is considered. When used for calculations of hydraulic parameters of channel streams, the morphometric characteristics prove to reflect key parameters of river channels fairly well. However, they are not enough for the floodplain component of the stream.

Keywords: channel, floodplain, morphometric characteristics.

Морфометрические характеристики в основном используются в гидравлических расчётах. Если они достаточно хорошо отражают основные параметры русел, то для пойм их явно недостаточно. Более того, эти характеристики, как правило, определяются на основе данных о поперечном сечении гидроствора, априори считая, что они отражают состояние расчётного участка. Многочисленные попытки [Великанов, 1955; Рыбкин, 1947] разработать морфометрические характеристики пойм следует признать не совсем удачными и, к сожалению, ещё не достаточными для использования в гидравлических расчётах.

Одним из первых в России занялся разработкой морфометрических характеристик С.И. Рыбкин [1947 г.], который предложил расчётные зависимости между гидрологическими характеристиками потоков и морфометрическими характеристиками речных русел. Несколько позднее М.А. Великанов [1955 г.] предложил обобщённые зависимости в относительных величинах между гидравлическими и морфометрическими характеристиками.

Действительно, для русловой части потока и русла в целом основными расчётными морфометрическими характеристиками являются площадь поперечного сечения, ширина и средняя глубина, а также смоченный периметр и гидравлический радиус. Последний на больших и средних реках для открытых русел обычно принимают равным средней глубине. Эти же характеристики можно применить в качестве расчётных и для участка русла, на котором расположен гидроствор или гидрологический пост. Однако и здесь остаётся нерешённым вопрос о длине расчётного участка.

Значительно сложнее обстоит дело с морфометрическими характеристиками пойм. Так, аналогичные русловым характеристикам средние значения глубины, ширины и площади поперечного сечения пойм не всегда являются эффективными и лишь частично могут быть использованы для гидравлических расчётов.

Учитывая сложный, гравистый характер строения пойм, в частности меандрирующего типа, их средние глубины и ширины, как правило, изменяются скачкообразно при увеличении уровней воды. По мере увеличения уровня происходит затопление следующего отсека поймы, имеющего большую ширину и малую глубину. Это приводит к перегибу кривых $h = f(H)$ и $B = f(H)$.

При расчётах средних скоростей пойменных потоков возникает несколько трудностей.

Первая связана с дискретным характером изменения глубин и ширин при увеличении уровней. Это приводит к необходимости деления пойм на отдельные отсеки. Такая методика расчётов впервые была предложена ещё в 1946 г. Б.В. Поляковым [5]. В частности, он предложил рассчитывать пропускную способность пойм сложного строения посредством их деления на отсеки, имеющие различные глубины и шероховатости.

Вторая – необходимость разработки интегральных характеристик, учитывающих особенности рельефа, вид и густоту растительности и другие особенности расчётного участка и, в конечном счете, типа пойм. Одной из таких характеристик является, рекомендованный Н.Б. Барышниковым [8], угол α между динамическими осями взаимодействующих русловых и пойменных потоков. К сожалению, для его определения необходимы сложные измерения векторов скоростей на участке поймы, по крайней мере, на двух расположенных вблизи друг от друга гидростворах. Однако и в этом случае остаётся нерешённым вопрос о расстоянии между этими створами. Принятие очень важного допущения о том, что положение динамических осей взаимодействующих потоков аналогично положению геометрических осей русла и поймы на расчётном участке, существенно облегчило определение этого угла. Методика определения углов α была разработана Барышниковым [2, 8] и позднее уточнена Г.В. Железняковым [4].

Однако эта характеристика, хотя и является эффективной, но недостаточной, так как она недоучитывает характер растительности на пойме, строение её рельефа, наличие проток, озёр и других особенностей расчётного участка. Решить, хотя бы частично, эту проблему попытался Ю.Н. Соколов, который предложил для оценки особенностей рельефа поймы и растительности использовать коэффициенты шероховатости, определяемые по разработанной им методике [7]. В качестве показателя расчлененности рельефа поймы им принят параметр σ_n/h_n , где σ_n – среднеквадратическое отклонение отметок рельефа, а h_n – глубина затопления поймы.

Влияние растительности, тормозящей пойменный поток, в методике Соколова учитывается посредством расчета параметра P , вычисляемого с помощью

специальной схемы в зависимости от вида и густоты растительности, а также от глубины затопления поймы. В итоге обобщенный коэффициент шероховатости поймы определяется в виде $n = f(\sigma_n / h_n, P)$.

Нелишнее элементов новизны предложение Соколова в то же время обладает рядом недостатков. Среднеквадратическое отклонение отметок поймы σ_n – недостаточно информативный показатель ее расчлененности; например, при наличии небольших, но многочисленных впадин и выступов рельефа значение σ_n может оказаться таким же, как в случае с одиночной старицей, хотя сопротивления движению потока будут сильно различаться.

Не вполне корректна и схема оценки параметра зарастания P . Трудно объяснить обоснованность игнорирования Соколовым эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков, вносящего заметный вклад в формирование скоростного поля.

Позднее В.И. Антроповский [1] предложил определять морфометрические характеристики для различных типов пойм. К сожалению, в период перестройки резко сократилось количество исследований, в том числе по данной проблеме. Поэтому необходимы дополнительные исследования, в частности по разработке интегральных характеристик пойм, учитывающие их типы и особенности рельефа и растительности.

Заключение

Проведенный анализ состояния рассматриваемой проблемы позволяет сделать следующие выводы:

– морфометрические характеристики речных русел и пойм являются одними из основных составляющих в расчётах гидравлических характеристик русловых и пойменных потоков;

– морфометрические характеристики речных русел вполне обеспечивают методики расчётов гидравлических параметров русловых потоков;

– морфометрические характеристики пойм недостаточно отражают особенности их строения и особенно расчётного участка;

– угол α между динамическими осями руслового и пойменного потоков, приравненный углу между геометрическими осями русла и поймы, является интегральной характеристикой, учитывающей особенности строения расчётного участка. Его использование позволило разработать методику расчётов пропускной способности пойменных русел;

– необходима разработка дополнительных интегральных характеристик, учитывающих особенности рельефа, растительности и других параметров пойм.

Литература

1. Антроповский В.И. Гидролого-морфологические закономерности и фоновые прогнозы формирования русел рек – СПб.: Крисмас плюс, 2006. – 216 с.
2. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. – СПб.: изд. РГТМУ, 2007. – 314 с.

3. *Великанов М.А.* Динамика русловых потоков. – М.: Техиздат, т. 2, 1955. – 323 с.
4. *Железняков Г.В.* Пропускная способность русел каналов и рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 310 с.
5. *Поляков Б.В.* Гидрологический анализ и расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1946. – 480 с.
6. *Рыбкин С.И.* Морфометрическая классификация рек // *Метеорология и гидрология*, 1947, с. 38-47.
7. *Соколов Ю.Н.* Морфологические показатели растительности в связи с исследованием гидравлического сопротивления поймы. – Минск: Вопросы водного хозяйства, 1976, вып. 2, с. 97-104.
8. *Varyshnikov N.B., Ivanov G.V.* Role of floodplain in flood discharge a river channel – Proceed XIV Congress IAHR, Paris, 1971. P. 141-144.
9. *Барышников Н.Б.* Гидравлические сопротивления речных русел. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003. – 147 с.
10. *Барышников Н.Б.* Морфология, гидрология и гидравлика пойм. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 280 с.
11. *Барышников Н.Б., Пагин А.О., Польцина Е.В., Селина Т.С.* Учёт кинематического эффекта в методах расчёта пропускной способности пойменных русел // *Метеорология и гидрология*, 2008, № 10, с. 80-85.
12. *Гончаров В.Н.* Динамика русловых потоков. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 374 с.
13. *Железняков Г.В.* Пропускная способность русел каналов и рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 311 с.
14. *Карасёв И.Ф.* Речная гидрометрия и учёт водных ресурсов. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 310 с.
15. *Поляков Б.В.* Гидрологический анализ и расчёты. – Л.: Гидрометеиздат, 1946. – 480 с.
16. Наставление по изысканию и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки [НИМП-72]. – М.: Транспорт, 1972. – 280 с.